

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-168156

(43)Date of publication of application : 04.07.1995

(51)Int.Cl. G02F 1/133
G09G 3/36

(21)Application number : 05-311819

(71)Applicant : TOPPAN PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 13.12.1993

(72)Inventor : MINATO TAKAO
SUZUKI KATSUHIRO
YOSHIDA MASASHI

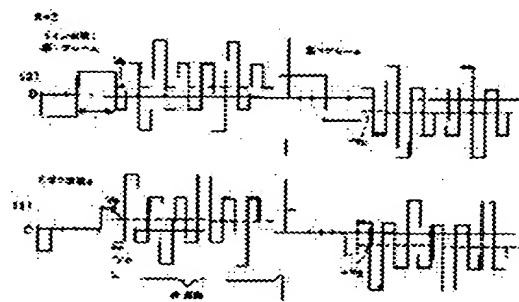
(54) DRIVING METHOD OF LIQUID CRYSTAL ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To completely prohibit the leakage of light and degradation in contrast occurring in response of a spontaneous polarization component by superposing and impressing an AC pulse component of the time width shorter than the responsible time of the spontaneous polarization component on and to a DC bias component having the dependency of the light transmittance of an antiferroelectric liquid crystal on voltage of a flat value.

CONSTITUTION: This driving method of a liquid crystal element prohibits the response of the spontaneous polarization component of the antiferroelectric liquid crystal in the following manner. Pulses for writing of the ferroelectric state are impressed between cross electrodes at the time of attaining the ferroelectric state between these electrodes when the cross electrodes are selected at the time of driving the liquid crystal body.

The potentials between the cross electrodes are made zero and the AC pulse component having the pulse width shorter than the pulse width of the pulses for writing are superposed on the DC bias component (V_0) of the specified polarity for maintaining the ferroelectric state or the antiferroelectric state at the time of selection to form the pulse for holding the state when the cross electrodes are not selected at the time of attaining the antiferroelectric between the electrodes. These pulses for holding the state are then impressed between the cross electrodes to prohibit the response described above.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3319103

[Date of registration] 21.06.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-168156

(43)公開日 平成7年(1995)7月4日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/133	5 6 0			
G 0 9 G 3/36				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平5-311819

(22)出願日 平成5年(1993)12月13日

(71)出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72)発明者 湊 孝夫

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72)発明者 鈴木 克宏

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72)発明者 吉田 真史

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

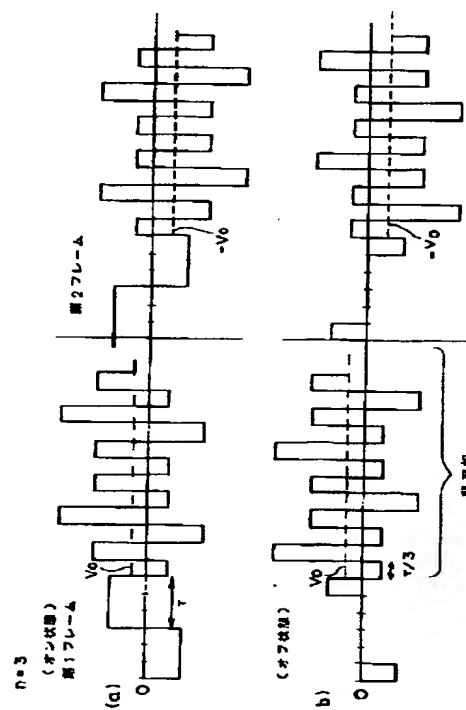
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 液晶素子の駆動方法

(57)【要約】

【目的】本発明は、非選択時に自発分極成分の応答可能時間よりも短い時間幅の交流パルス成分を、反強誘電性液晶における光透過率の電圧依存性が平坦な値の直流バイアス成分に重畳して印加することにより、自発分極成分の応答に起因する光のリーク及びコントラスト低下の完全な阻止を図る。

【構成】液晶素子本体の駆動の際に、交差電極の選択時に該交差電極間を強誘電状態とすると、該電極間に強誘電状態の書込用パルスを印加し、該電極間を反強誘電状態とすると、電極間を零電位とし、交差電極の非選択時に、書込用パルスのパルス幅よりも短いパルス幅をもつ交流パルス成分を選択時における強誘電状態又は反強誘電状態を保持するための一定極性の直流バイアス成分 (V_0) に重畳して状態保持用パルスを形成し、この状態保持用パルスを当該交差電極間に印加して反強誘電性液晶の自発分極成分の応答を阻止した液晶素子の駆動方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 カイラルスメクチックC_A・相を呈する反強誘電性液晶を交差電極間に挟持してなる液晶素子の駆動方法において、

前記液晶素子本体の駆動の際に、

前記交差電極の選択時で、且つ該交差電極間を強誘電状態とすると、

当該交差電極間に前記強誘電状態の書込用パルスを加し、

前記交差電極の選択時で、且つ該交差電極間を反強誘電状態とすると、

当該交差電極間に前記反強誘電状態の書込用の無電圧状態を形成し、

前記交差電極の非選択時に、前記書込用パルスのパルス幅よりも短いパルス幅をもつ交流パルス成分を前記選択時における強誘電状態又は反強誘電状態を保持するための一定極性の直流バイアス成分に重畳して状態保持用パルスを形成し、この状態保持用パルスを当該交差電極間に印加して前記反強誘電性液晶の自発分極成分の応答を阻止したことを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【請求項2】 請求項1に記載の液晶素子の駆動方法において、

前記書込用パルスのパルス幅を τ としたとき、

単位パルス幅 τ/n ($n=2, 3, 4, 5, \dots$ のうちの一つの整数)をもつ正並びに負極性の単位パルス及び前記単位パルス幅 τ/n と同一時間幅をもつ零レベル状態の組み合わせにより、前記強誘電状態の書込用パルスを形成するためのオンデータ信号、前記反強誘電状態を形成するためのオフデータ信号、前記交差電極を選択するための選択用走査信号及び前記交差電極を非選択するための非選択用走査信号を個別に形成し、

前記オンデータ信号、前記オフデータ信号及び前記選択用走査信号における出力電圧レベルの数を前記各単位パルス及び前記零レベル状態に対応して3とし、且つ前記非選択用走査信号に前記直流バイアス成分を含めるようにしたことを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の液晶素子の駆動方法において、

前記選択用走査信号及び前記非選択用走査信号が一巡するフレーム毎に、前記オンデータ信号、前記オフデータ信号、前記選択用走査信号及び前記非選択用走査信号の極性を反転させることを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の液晶素子の駆動方法において、

前記選択時の前記交差電極間における前記反強誘電状態を形成するための無電圧状態の時間幅は、前記強誘電性状態を形成するための前記書込用パルスのパルス幅よりも長くしたことを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれか1項に

記載の液晶素子の駆動方法において、

複数の交差電極間で前記オンデータ信号に含まれる単位パルスの数を変更し、当該オンデータ信号に基づいて形成される前記書込用パルスのパルス幅を変化させ、前記液晶素子本体に階調を表示させることを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、反強誘電性液晶を挟持してなる液晶素子の駆動方法に係わり、特に非選択時に自発分極成分の応答可能時間よりも短い時間幅で反転する交流パルス成分を、反強誘電性液晶における光透過率の電圧依存性が平坦な値の直流バイアス成分に重畳して印加することにより、選択時における強誘電状態又は反強誘電状態を保持し得るようにした液晶素子の駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶を用いた表示分野では、TFT (thin-film transistor) のような能動素子を用いずに大容量で鮮明な画像をマトリックス表示するため、強誘電性液晶ディスプレイ (FLCD: FERRO-ELECTRIC LIQUID CRYSTAL DISPLAY) 及び反強誘電性液晶ディスプレイ (AFLCD: ANTIFERRO-ELECTRIC LIQUID CRYSTAL DISPLAY) が研究開発されている。

【0003】この開発状況については文献1 (福田敦夫監修、"次世代液晶ディスプレイと液晶材料"、シーエムシー(株)) に詳しく記載されており、特に後者の反強誘電性液晶ディスプレイは視野角が広く、且つ角度異存性が少なく、また階調表示の可能性があるとして述べられている。

【0004】ここで、反強誘電性液晶 (AFLC: ANTIFERRO-ELECTRIC LIQUID CRYSTAL) は強誘電性液晶 (FLC: FERRO-ELECTRIC LIQUID CRYSTAL) のよりも配向制御が容易な上、衝撃又はストレスによる層変化に対して自己修復性を有する利点をもっている。

【0005】このAFLCの層構造については前掲書に記載があるのでその詳細な説明は省略し、ここでは図15を用いて簡単に述べる。このAFLCは、図15

(b) に示すように、特に直流電場Eを印加されずに分子軸1の方向及びそれに付随する自発分極の方向2が層毎に反転した反強誘電状態 (以下、AF状態もしくはSmC_A・という) と、図15(a)、(c) に示すように、印加される直流電場Eの極性に対応して自発分極の方向2が層毎に一致した強誘電状態 (以下、F状態という) とのよう大きく分けて2つの状態をとり得る。なお、F状態は印加される直流電場E (電圧) の正又は負の極性によって2通りの自発分極の方向2をもっている。AF状態は電圧の印加がない時にはエネルギー的には安定であり、また、自発分極の方向2が混在する程度に対応して、例えばSmC_A・、SmC_B・、SmC_r

・相などの重種があるといわれている。

【0006】このように、AFLCは、正又は負の電圧の印加に対応した2つのF状態と、無電圧に対応した1つのAF状態との計3つの状態をとり得ることになる。次に、AFLCDの駆動方法に関してAFLCの電気光学的応答を簡単に説明する。図16はこのAFLCにおける光の透過率の電圧依存性を示す図である。同図において、AFLCは、印加電圧の零レベル→正極性（プラス）→負極性（マイナス）→零レベルという変化に対応して光の透過率が2重ヒステリシス特性を示している。

【0007】すなわち、まず、ディスプレイ用のAFLCは、図17に示すように、電圧無印加状態をオフ（暗）状態とするように、AF状態における平均分子軸方向を一方の偏向板の方向に略一致させるように配置される。これに、例えば数十Hz程度の三角波を印加して、同期した光透過率をプロットしたものが図16である。

【0008】ここで、印加電圧を零レベルから正極性側に上げると、AF状態は閾値 V_{th} まで保持され、 V_{th} を越え、徐々に一方の自発分極成分が反転して最終的に V_{st} で正側のF状態に転移する。

【0009】一方、このF状態は、印加電圧を低下させたとき、 V_{th} より低い電圧 V_{th}' まで保持されるが、この V_{th}' を境に自発分極に徐々に逆方向成分が含まれ、印加電圧が負極性になると、再度AF状態に転移する。また、このAF状態は印加電圧の低下に伴って印加電圧（ $-V_{th}$ ）まで保持されるが、この（ $-V_{th}$ ）を境にして負側のF状態に転移する。

【0010】なお、正側のF状態の分子軸は図17における $+\theta$ 方向を示し、負側のF状態の分子軸は（ $-\theta$ ）方向を示す。このとき、正側及び負側のF状態は、光の透過率がほぼ等しいために同じ状態として使用されるが、相違するものとして使用することも可能である。

【0011】図18は、この種の2重ヒステリシス特性を利用した電圧変調におけるマトリックス駆動用波形を示す図である（前掲文献1の102頁）。選択時に形成される各状態は非選択時間にバイアス電圧（DC成分）を与えて保持するが、このDC成分は一フレーム毎に（図18では第1フレームと第2フレーム）、全ての基本信号の極性を反転させて排除される。こうしても、図16のヒステリシス特性の対称性から、問題ないことは明らかである。なお、片方のF状態のみを使用しても良いが、視野角の対称性と層に対する機械的圧力の見地から両方のF状態を均等に使用することが好ましい。

【0012】F（オン）状態の書込信号3は $|V_0 + V_0| > |V_{st}|$ の条件を満たし、AF（オフ）状態の書込信号4は $|V_0 + V_s| < |V_{th}|$ の条件を満たしている。図18中aはバイアス比である。選択時においては、F状態又はAF状態が各データ電極上に個別に形成

される。しかる後、非選択時には、印加電圧が V_0 （ $|V_{th}'| < V_0 < |V_{th}|$ ）に低下するが、ヒステリシスのため、例えばF状態が保持される。しかしながら、非選択時の印加電圧は非選択信号の電圧 V_0 を中心に、書込用のパルス幅と同じ時間幅をかけた振幅 V_s による変動を交流的に続ける。このため、中心電圧 V_0 及びその振幅 V_s に対応するヒステリシスカークが平坦な領域でなく緩やかに変化している場合、この印加電圧の変動に自発分極成分が応答して光がリークしてしまう。このことはAF状態についても同様である。この光のリークを阻止すればコントラストを80~100程度に向上し得るが、電圧変調ではリークの阻止が原理的に困難でコントラストの20~30程度の低下を招いている問題がある。

【0013】一方、本出願人は、特願平4-295771号において、誘電異方性が正でシェブロン構造を保持する特定のAFLCに対し、パルス幅変調駆動に属する駆動波形を用いて非選択時に誘電的トルクを作用させることにより、この問題を改善する技術を開示している。

【0014】すなわち、非選択時に書込用パルスのパルス幅よりも短い時間幅の交流パルスを印加することにより、選択時におけるF状態又はAF状態から他方の状態への移行を阻止する技術である。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら特願平4-295771号に開示された技術では、次のような問題がある。すなわち、特願平4-295771号において印加される交流パルスは、電圧が零レベルを中心にして変動するため、F状態とAF状態の自発分極の揺らぎを阻止したが、F状態がAF状態へ緩和するのを完全には阻止し得ないという問題がある。特に非選択時間（走査線数）が増すと緩和が甚だしくチラツキが増えている。また、緩和時間を長くするためには、より高周波のパルスを必要として消費電力がかかるという問題がある。加えて、走査信号は5つの出力電圧レベルをもつ高周波パルスを走査信号とするため、駆動回路が煩雑化する問題がある。

【0016】本発明は上記実情を考慮してなされたもので、非選択時に自発分極成分の応答可能時間よりも短い時間幅の交流パルス成分を、反強誘電性液晶における光透過率の電圧依存性が平坦な値の直流バイアス成分に重畳して印加することにより、自発分極成分の応答に起因する光のリーク及びコントラストの低下を完全に阻止し得る液晶素子の駆動方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1に対応する発明は、カイラルスメクチックC_A・相を呈する反強誘電性液晶を交差電極間に挟持してなる液晶素子の駆動方法において、前記液晶素子本体の駆動の際に、前記交差電極の選択時で、且つ該交差電極間を強誘電状態とすると

5

き、当該交差電極間に前記強誘電状態の書込用パルス
を印加し、前記交差電極の選択時で、且つ該交差電極間を
反強誘電状態とすると、当該交差電極間に前記反強誘
電状態の書込用の無電圧状態を形成し、前記交差電極の
非選択時に、前記書込用パルスのパルス幅よりも短いパ
ルス幅をもつ交流パルス成分を前記選択時における強誘
電状態又は反強誘電状態を保持するための一定極性の直
流バイアス成分に重畳して状態保持用パルスを形成し、
この状態保持用パルスを当該交差電極間に印加して前記
反強誘電性液晶の自発分極成分の応答を阻止した液晶素
子の駆動方法である。

【0018】また、請求項2に対応する発明は、請求項
1に対応する液晶素子の駆動方法において、前記書込用
パルスのパルス幅を τ としたとき、単位パルス幅 τ/n
($n=2, 3, 4, 5, \dots$ のうちの一つの整数)をもつ
正並びに負極性の単位パルス及び前記単位パルス幅 τ/n
と同一時間幅をもつ零レベル状態の組合わせにより、
前記強誘電状態の書込用パルスを形成するためのオン用
データ信号、前記反強誘電状態を形成するためのオフ用
データ信号、前記交差電極を選択するための選択用走査
信号及び前記交差電極を非選択とするための非選択用走
査信号を個別に形成し、前記オン用データ信号、前記オ
フ用データ信号及び前記選択用走査信号における出力電
圧レベルの数を前記各単位パルス及び前記零レベル状態
に対応して3とし、且つ前記非選択用走査信号に前記直
流バイアス成分を含めるようにした液晶素子の駆動方法
である。

【0019】請求項3に対応する発明は、請求項1又は
請求項2に対応する液晶素子の駆動方法において、前記
選択用走査信号及び前記非選択用走査信号が一巡するフ
レーム毎に、前記オン用データ信号、前記オフ用データ
信号、前記選択用走査信号及び前記非選択用走査信号の
極性を反転させる液晶素子の駆動方法である。

【0020】請求項4に対応する発明は、請求項1乃至
請求項3のいずれか1項に対応する液晶素子の駆動方法
において、前記選択時の前記交差電極間における前記反
強誘電状態を形成するための無電圧状態の時間幅として
は、前記強誘電性状態を形成するための前記書込用パル
スのパルス幅よりも長くした液晶素子の駆動方法であ
る。

【0021】請求項5に対応する発明は、請求項1乃至
請求項4のいずれか1項に対応する液晶素子の駆動方法
において、複数の交差電極間で前記オン用データ信号に
含まれる単位パルスの数を変更し、当該オン用データ信
号に基づいて形成される前記書込用パルスのパルス幅を
変化させ、前記液晶素子本体に階調を表示させる液晶素
子の駆動方法である。

【0022】

【作用】従って、請求項1に対応する発明は以上よう
な手段を講じたことにより、液晶素子本体の駆動の際

6

に、交差電極の選択時で、且つ交差電極間を強誘電状態
とすると、交差電極間に強誘電状態の書込用パルスを
印加し、交差電極の選択時で、且つ交差電極間を反強誘
電状態とすると、交差電極間に反強誘電状態の書込用
の無電圧状態を形成し、交差電極の非選択時に、書込用
パルスのパルス幅よりも短いパルス幅をもつ交流パルス
成分を選択時における強誘電状態又は反強誘電状態を保
持するための一定極性の直流バイアス成分に重畳して状
態保持用パルスを形成し、この状態保持用パルスを交差
電極間に印加して反強誘電性液晶の自発分極成分の応答
を阻止できるので、非選択時に自発分極成分の応答可能
時間よりも短い時間幅の交流パルス成分を、反強誘電性
液晶における光透過率の電圧依存性が平坦な値の直流バ
イアス成分に重畳して印加することにより、自発分極成
分の応答に起因する光のリーク及びコントラストの低下
を完全に阻止することができる。

【0023】請求項2に対応する発明は、上記書込用パ
ルスのパルス幅を τ としたとき、単位パルス幅 τ/n
($n=2, 3, 4, 5, \dots$ のうちの一つの整数)をもつ
正並びに負極性の単位パルス及び単位パルス幅 τ/n と
同一時間幅をもつ零レベル状態の組合わせにより、強誘
電状態の書込用パルスを形成するためのオン用データ信
号、反強誘電状態を形成するためのオフ用データ信号、
交差電極を選択するための選択用走査信号及び交差電極
を非選択とするための非選択用走査信号を個別に形成し、
オン用データ信号、オフ用データ信号及び選択用走
査信号における出力電圧レベルの数を各単位パルス及び
零レベル状態に対応して3とし、且つ非選択用走査信号
に直流バイアス成分を含めるので、請求項1に対応する
作用に加え、高いコントラストで速い書込みを実行する
ことができ、出力レベル数が少ないので駆動回路が簡単
となる。

【0024】請求項3に対応する発明は、選択用走査信
号及び非選択用走査信号が一巡するフレーム毎に、オン
用データ信号、オフ用データ信号、選択用走査信号及び
非選択用走査信号の極性を反転させるので、請求項1及
び2に対応する作用に加え、液晶の使用状況を均一化し
て視野角依存性を向上させることができる。

【0025】請求項4に対応する発明は、選択時の交差
電極間における反強誘電状態を形成するための無電圧状
態の時間幅を強誘電性状態を形成するための書込用パル
スのパルス幅よりも長くしたので、請求項1乃至3に対
応する作用に加え、液晶材料の特性に合わせた最小の書
込み時間幅を設定し、より一層の高速書込みを図ること
ができる。

【0026】請求項5に対応する発明は、複数の交差電
極間でオン用データ信号に含まれる単位パルスの数を変
更し、オン用データ信号に基づいて形成される書込用パ
ルスのパルス幅を変化させ、液晶素子本体に階調を表示
させるので、請求項1乃至4に対応する作用に加え、容

易且つ段階的に階調を表示することができる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明するが、その前に、本発明の原理を説明する。すなわち、本発明はAFLCの層構造と高周波パルスに対する誘電的応答とを利用しているので、この関係について簡単に述べる。

【0028】最近のFLC及びAFLCにおけるスメクチック層のX線回折の実験によると、スメクチック層は図19(b)に示されるブックシェルフ構造ではなく、図19(a)に示すように、層の中央付近が“く”の字型に屈曲したシェブロン構造となっている(デー・ビー・リーカー他、フィジカル・レビュー・レターズ、59巻、ページ2658(1987))。

【0029】ここで、シェブロン構造はスメクチックの層方向がガラス基板から有限な角度 α だけ傾いている。また、液晶の分子軸1は可能な限り、基板に平行になる傾向をもち、最終的には図20に示すように、液晶の分子軸1が位置S1'及びS2'の傾きで安定する。なお、この分子軸1とガラス基板とのなす角 α をブレチルト角という。

【0030】また、分子軸1の傾き位置S1'及びS2'は構造的に許容された最大振幅の位置S1及びS2よりも内側にある。通常、分子軸1が最大振幅位置S1及びS2に傾くときにコントラストが最大となるため、位置S1'及びS2'の分子軸1の傾きでは所望のコントラストを得られない。

【0031】ところで、各層内の分子軸1をS1'又はS2'に拘束する、あるいはブレチルト角 α を変化させて分子軸1を適正位置に傾かせて拘束(S1'→S1又はS2'→S2)するための最も確実で液晶種によらない汎用的な技術として、誘電的トルクが利用されている(特願平4-186715号、特願平4-219080号)。この誘電的トルクはAFLCが直流電場に応答する際における電場の振幅とは別の重要なモードである。

【0032】例えば、AFLCに印加される直流電場Eの振幅(電圧)が一定のとき、自発分極の完全な反転には所定の時間幅(パルス幅)を必要とする。直流電場Eがこのパルス幅より短いとき、自発分極は途中までしか反転せず、直流電場Eがこのパルス幅よりも大巾に短いとき、自発分極は応答しない。

【0033】このように高い周波数領域をもつ直流電場Eを印加するとき、AFLCでは誘電的応答が支配的となる。なお、自発分極の応答の向き、すなわち分子軸1の移動の向きは実効電圧に対応させて制御可能である。

【0034】誘電的応答が支配的な周波数領域では、分子軸1の移動の向きは誘電テンソル $T = \{\epsilon_{\alpha\beta}, \alpha, \beta = x, y, z\}$ の固有値における3成分($\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$)の大小関係で決定される。 ϵ_1, ϵ_2 及び ϵ_3 は図21に示す方向をもつ誘電率の値である。

【0035】すなわち、分子軸が基板面から立つように移動するのは、次の(イ)、(ロ)のように ϵ_3 及び ϵ_2 のうちの少なくとも一方が残りの2成分よりも大きい場合である。

(イ) $\epsilon_3 > \epsilon_2$ で $\epsilon_3 > \epsilon_1$ 。

(ロ) $\epsilon_2 > \epsilon_3$ で $\epsilon_2 > \epsilon_1$ 。

【0036】また、分子軸が基板に平行になるのは α の大きさにもよるが、(ハ) ϵ_1 が最大の場合である。なお、ネマチック液晶からの類推により、分子軸1が立つのは誘電異方性 $\Delta\epsilon = \epsilon_3 - \epsilon_1$ が正の場合と考えられたが、二軸性を考慮すると、負の誘電異方性をもつ場合であっても分子軸が立つことがある。

【0037】FLCにおいて分子軸が基板に平行になってコントラストを向上させるのは、ブックシェルフ構造をもつ場合である(ジェー・ビ・レ・ベザント他、Liquid crystal conference, digest p17(1984), ジェー・エム・ジアリ、SID85, digest128(1985))。ブックシェルフ構造では分子軸が立つのは好ましくないが、シェブロン構造では分子軸が傾く方が望ましい。

【0038】本発明者の実験によれば、AFLCではシェブロン構造と推定される初期配向状態が通電時間に伴ってブックシェルフといわれる安定な層構造に変化する場合もある。この場合、前述した(ロ)の誘電的特性をもつAFLCが望ましい。一方、シェブロン構造が変化しない場合は、前述した(イ)又は(ロ)の誘電的特性をもつAFLCが望ましい。

【0039】しかしながらAFLCにおいては、このような層構造の有様と誘電テンソルの固有値の大小関係とがFLCほど重要でない。分子軸を層構造に見合うように傾ける強い誘電的トルクを作用させることは重要でないことが実験的に確認されるからである。

【0040】例えば、図16に示すヒステリシス特性から推測されるように、AFLCでは、シェブロン構造及びブックシェルフ構造のいずれでも、AF状態、F状態とも一定極性の適正な直流バイアス成分が印加されたとき、ほぼ最大のコントラストを与える位置に自動的に分子軸が拘束されている。また、図16から推測されるように、AFLCではAF状態及びF状態を夫々同一極性をもつ直流バイアス成分で保持可能である。FLCでは同一極性の直流バイアスでは2状態が保持できない。

【0041】そこで、本発明においては、AFLCにおいてAF状態やF状態に対応する直流バイアス成分を印加することにより、該当するAF状態又はF状態を保持し、且つこの直流バイアス成分に重畳させて自発分極成分の応答し得る時間幅よりも短い交流パルス成分を非選択時に連続的に印加することにより、分子軸の変動を阻止するという原理が適用される。

【0042】次に、このような原理を用いた本発明の実施例に係る液晶素子について説明する。まず、この液晶素子は、第1及び第2のガラス基板上にITO(indium

lin oxide) 膜がスパッタリング法で成膜され、常法であるフォトリソ法に従って線幅 $200\mu\text{m}$ のストライプ状の画素電極が形成されている。

【0043】ここで、第1のガラス基板は、画素電極上にポリイミド膜が形成された後、このポリイミド膜にラビングによる一軸配向処理が施され、第1の透明パネルが形成される。

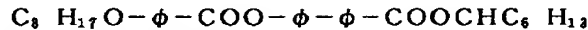
【0044】一方、第2のガラス基板は、画素電極上にフォトリソ溶液 (MP1400、シップレイ (株) 製) がスピンコートされ、常法であるフォトリソ法に従って直線状レジスト部が該画素電極と同じピッチで該画素電極間に該画素電極に接触しないように形成され、接着層を有する第2の透明パネル8が形成される。

次に、第1及び第2の透明パネルは互いに画素電極群*

*が直交するように密着され、 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力で加圧され、常温から $5^\circ\text{C}/\text{分}$ の昇温速度で約 160°C まで昇温され、1時間保持された後、冷却され圧力が外される。

【0045】このように、第1及び第2の透明パネル間に $1.8\mu\text{m}$ のギャップを有するマトリックス駆動用の液晶素子が作成される。こうして作成された液晶素子は、加熱オープン中にて約 110°C に保持され、次に示す AFLC が封入口から毛管現象により基板間に導入された後、 60°C まで徐冷して配向した SmC_A^* 相を得ると共に、この温度で保持された。しかる後、該液晶素子はエポキシ樹脂で完全に封入口が封止される。

【0046】



(ϕ はベンゼン環を示すものとする) この液晶の相転移は次に示す通りである。

等方相 $\rightarrow 102^\circ\text{C} \rightarrow \text{SmC}^* \rightarrow 70^\circ\text{C} \rightarrow \text{SmC}_A^* \rightarrow 40^\circ\text{C} \rightarrow \text{SmX} \rightarrow \text{結晶相}$

この液晶の誘電テンソルの固有値及びその周波数依存性は測定困難である。

【0047】また、この液晶素子は 60°C で図16に示すように光透過率の電圧依存性が2重ヒステリシス特性となっている。なお、印加電圧は $50\text{V}_{\text{p-p}}$ で 50Hz の三角波である。図示するように、 $|V_{\text{th}}| = 17\text{V}$ 、 $|V_{\text{th}}'| = 4\text{V}$ 、 $|V_{\text{st}}| = 20\text{V}$ である。

【0048】さらに、この液晶素子は、図1に示すように、AF状態から一方のF状態への自発分極成分の応答時間及びこの一方のF状態から他方のF状態への自発分極成分の応答時間が約 0.4ms となっており、他方のF状態からAF状態への自発分極成分の応答時間が約 0.8ms となっている。すなわち、この液晶素子はF状態の書込に約 0.4ms を必要とし、AF状態の書込に約 0.8ms を必要としている。

【0049】また、この液晶素子は、誘電的応答が支配的になるパルス幅が 0.2ms である。なお、これは安定なAF状態に前述した 0.4ms より短いパルス幅の高周波パルス ($50\text{V}_{\text{p-p}}$) を印加する実験により判定され、該実験では 0.2ms 以下のパルス幅のときに光透過率が印加パルスに追従しなくなったという結果を得ている。

【0050】また、この実験結果は、書込時のパルス幅を 0.4ms とすると、例えば、非選択時のパルス幅を書込時のパルス幅の $1/3$ 以下 (0.2ms 以下) にしたとき、分子軸の変動を完全に阻止し、コントラストを大幅に向上し得ることを示唆している。

【0051】次に、以上のような液晶素子の駆動方法について図面を用いて説明する。図2はこの液晶素子を駆

動させるための走査信号及びデータ信号を合成してなる駆動パルスを示す図であり、図3はこの駆動パルスによる液晶素子の駆動を説明するためのタイムチャートである。

【0052】なお、この駆動パルスは、互いに略直交するデータ電極及び走査電極に挟持された AFLC に対し、データ電極に印加するデータ信号及び走査電極に印加する走査信号の両信号を合成した際の電位差として印加されている。

【0053】この駆動パルスの特長は、データ信号、走査信号とも、書込に必要な最短のパルス幅 τ の $1/n$ ($=3$) のパルス幅と、振幅 V_0 ($=V_s$) とからなる単位パルスを組合わせて形成されることである。このため、出力電圧レベル数は正レベル、零レベル、負レベルの3つとなる。なお、ここで、 n をパルス比といい、“単位パルスのパルス幅/書込みに必要な最短のパルス幅 τ ” と定める。

【0054】データ信号及び走査信号は、選択時に合成されてAF状態又はF状態を他の状態に移行させる最短のパルス幅 τ と波高値とを形成し、非選択時に直流バイアス電圧 V_0 の重畳されたパルス幅 τ/n ($=3$) の状態保持用パルスが印加されるようになっている。なお、直流バイアス成分 V_0 の極性はオン状態の書込用パルスの極性と同一極性とする。また、非選択時の状態保持用パルスは、光振動の抑止効果を増大させるように光透過率の追従不能な短い時間幅で反転する完全な交流パルスとして形成されている。すなわち、短く且つ同じ幅のパルスによって光振動を抑止し、さらに、零電圧をとらない完全な交流パルスとしたことから誘電状態に対応する実効値の低下を阻止して、確実に光振動を抑止させることができる。

【0055】また、選択時にF状態を形成する場合、時間幅 2τ の双極性パルスが合成されるが、F状態の形成

に有効な部分は後半の単一パルスのみである。前半の単一パルスはリセットパルスであって、走査する毎に状態を他方のF状態に揃える機能をもっている。このリセットパルスは省略可能であるが、階調表示のために挿入されている。

【0056】一方、AF状態を形成する場合、選択時における最初と最後の $\tau/3$ だけにパルス電圧を印加し、中間の $4\tau/3$ の時間を零電圧としてF状態からAF状態に移行を実現している。零電圧の時間をパルス幅 τ よりも長くした理由は、前述した通り、AF状態の書込に必要な時間がF状態の書込に必要な時間より長いからである。一般にはAF書込みに必要な時間幅にこの零電位の長さを合わせる。

【0057】ここで、振幅 $V_0 = V_s = 2.5V$ 、直流バイアス成分 $V_0 = 1.2V$ 、パルス幅 $\tau = 0.45ms$ 、パルス幅比 $n = 3$ として図3の(a)、(b)を連結した電圧波形を波形発生器で形成して液晶素子に印加したところ、明暗のコントラストを80:1とした書込みが可能であった。また、非選択部の長さを2000ラインとしても完全な書込みが可能であった。さらに、振幅 $V_0 (=V_s)$ を30Vに上げると、パルス比 $n = 2$ でも書き込みが可能であった。

【0058】次に、F状態を形成するためのオンデータ信号に含まれる単位パルスの数に対応して自発分極の成分比を変化させて階調を制御した。例えば階調性を調べるために図7のオンデータ信号の後半部分のパルスを1つ減らした信号列を同様に発生して光透過率を調べたところ、該透過率が30%低下し、もう1つパルスを減らすと、該透過率が70%低下することを確認した。

【0059】上述したように本実施例によれば、非選択時に自発分極成分の応答可能時間よりも短い時間幅の交流パルス成分を、反強誘電性液晶における光透過率の電圧依存性が平坦な値の直流バイアス成分に重畳して印加することにより、選択時のF状態又はAF状態を誘電的トルクにより安定化でき、自発分極成分の応答に起因する光のリーク及びコントラストの低下を完全に阻止することができる。

【0060】また、従来にない高コントラストを有し、且つアナログ階調表示が可能のようにAFLCDを駆動することができる。液晶素子も廉価であり、駆動部分も市販の低電圧用MOSLSIを利用して実現することができる。

【0061】また、本実施例によれば、振幅 V_0 及び V_s を同一値として3つの出力レベル数としているが、書込可能な範囲で V_0 及び V_s を互いに異なる値にして誘電的トルクを変化させる場合も考えられるので、あえて異なる符号を付して説明している。なお、MOSLSIを用いて3レベルの出力を行い、該出力に外部から直流バイアス成分 V_0 を重畳する簡易な構成とできるので、従来のようにMOSLSI内部から5レベルの出力を行

うよりも、明らかに容易に実現することができる。

【0062】また、本実施例によれば、波形の極性をフレームごとに反転して2フレームで1画面を表示することにより、直流バイアス成分 V_0 の印加による電荷の片寄りを回復可能とし、両方のF状態を均等に使用可能として視野角依存性を向上させている。

【0063】さらに、本実施例によれば、オンデータ信号に含まれる単位パルスの数を変化させることにより、段階的に階調を表示することができる。なお、階調表示の際の自発分極成分比の異なる状態は不安定であるが、本実施例によれば、誘電的トルクの作用により安定化が促進されている。

【0064】また、図16の破線で示す浅いヒステリシス特性をもつAFLCに対しても、直流バイアス成分をヒステリシスの平坦部に選択することにより、安定的にF状態又はAF状態を書込むことができる。

【0065】なお、上記実施例では、パルス比 $n = 3$ とした単位パルスの組み合わせのうちの一つについて説明したが、これに限らず、パルス比 n 及び組み合わせを種々変形して実施できる。例えば、他にパルス比 $n = 2$ を3種類、 $n = 3$ を1種類、 $n = 4$ を3種類、 $n = 5$ を2種類、及び $n = 6$ を2種類、それぞれ図4乃至図14に記載した。ここで、図5、図6、図8、図9及び図14に示す単位パルスの組み合わせは選択信号と非選択信号とが協同して書込用パルスのパルス幅 τ を形成する特殊なタイプである。

【0066】また、零電圧の時間は各パルス比 n に対応して任意に設定可能であり、液晶材料の特性に合わせた最小の書込み時間幅を設定して、より一層の高速書込みを図ることができる。例えば、図10の破線で示すように、パルス対11をデータ信号に追加した場合、選択書込み部分に零電圧部12、非選択部分にパルス13が付加され、零電圧の時間幅が50%増加する。但し、非選択部に振幅の大きいパルスが1対増える関係がある。

【0067】さらに、同極性のパルスが振幅の小さい逆極性のパルスを隔てて連続して印加される場合、実効電圧が直流バイアス成分から移行して状態を緩和させる可能性があるが、少なくともパルス比 $n = 6$ の場合までは問題ないことを確認している。

【0068】また、例えばオフデータ信号の最後のパルスを削除してさらに零電圧の時間幅を長くしてもよい。このため、波形の対称性が崩れる場合はフレーム毎に極性を反転させて波形の対称性を回復すればよい。

【0069】さらに、パルス比が偶数の場合、双極性パルス 2τ のうち、前半部分のみの波形を用いてフレーム毎に極性反転を行うことにより、本発明を同様に実施し、走査時間を半減することができる。しかしながら、この場合、双極性パルス 2τ の前半部分は階調のためのリセット機能をもっていることから階調表示は不可となる。

【0070】また、上記実施例では、データ信号に含まれる単位パルス数を変化させて階調を表示する場合について説明したが、これに限らず、単位パルスのパルス幅を変化させて書込用パルスのパルス幅を変化させることにより階調を表現するようにしても、本発明を同様に実施して同様の効果を得ることができる。その他、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明によれば、液晶素子本体の駆動の際に、交差電極の選択時で、且つ交差電極間を強誘電状態とすると、交差電極間に強誘電状態の書込用パルスを印加し、交差電極の選択時で、且つ交差電極間を反強誘電状態とすると、交差電極間に反強誘電状態の書込用の無電圧状態を形成し、交差電極の非選択時に、書込用パルスのパルス幅よりも短いパルス幅をもつ交流パルス成分を選択時における強誘電状態又は反強誘電状態を保持するための一定極性の直流バイアス成分に重畳して状態保持用パルスを形成し、この状態保持用パルスを交差電極間に印加して反強誘電性液晶の自発分極成分の応答を阻止できるので、非選択時に自発分極成分の応答可能時間よりも短い時間幅の交流パルス成分を、反強誘電性液晶における光透過率の電圧依存性が平坦な値の直流バイアス成分に重畳して印加することにより、自発分極成分の応答に起因する光のリーク及びコントラストの低下を完全に阻止できる液晶素子の駆動方法を提供できる。

【0072】請求項2の発明によれば、上記書込用パルスのパルス幅を τ としたとき、単位パルス幅 τ/n ($n=2, 3, 4, 5, \dots$ のうちの一つの整数)をもつ正並びに負極性の単位パルス及び単位パルス幅 τ/n と同一時間幅をもつ零レベル状態の組合わせにより、強誘電状態の書込用パルスを形成するためのオンデータ信号、反強誘電状態を形成するためのオフデータ信号、交差電極を選択するための選択用走査信号及び交差電極を非選択とするための非選択用走査信号を個別に形成し、オンデータ信号、オフデータ信号及び選択用走査信号における出力電圧レベルの数を各单位パルス及び零レベル状態に対応して3とし、且つ非選択用走査信号に直流バイアス成分を含めるので、請求項1の効果に加え、高いコントラストで速い書込みを実行できる液晶素子の駆動方法を提供できる。

【0073】請求項3の発明によれば、選択用走査信号及び非選択用走査信号が一巡するフレーム毎に、オンデータ信号、オフデータ信号、選択用走査信号及び非選択用走査信号の極性を反転させるので、請求項1及び2の効果に加え、液晶の使用状況を均一化して視野角依存性を向上できる液晶素子の駆動方法を提供できる。

【0074】請求項4の発明によれば、選択時の交差電極間における反強誘電状態を形成するための無電圧状態

の時間幅を強誘電性状態を形成するための書込用パルスのパルス幅よりも長くしたので、請求項1乃至3の効果に加え、液晶材料の特性に合わせた最小の書込み時間幅を設定し、より一層の高速書込みを図り得る液晶素子の駆動方法を提供できる。

【0075】請求項5の発明によれば、複数の交差電極間でオンデータ信号に含まれる単位パルス数を変更し、オンデータ信号に基づいて形成される書込用パルスのパルス幅を変化させ、液晶素子本体に階調を表示させるので、請求項1乃至4の効果に加え、容易且つ段階的に階調を表示できる液晶素子の駆動方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る液晶素子の自発分極の応答時間を説明するためのタイムチャート。

【図2】同実施例における液晶素子を駆動させるための走査信号及びデータ信号を合成してなる駆動パルスを示す図。

【図3】同実施例における駆動パルスによる液晶素子の駆動を説明するためのタイムチャート。

【図4】本発明の変形例に係る液晶素子を駆動させるための走査信号及びデータ信号を合成してなる駆動パルスを示す図。

【図5】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図6】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図7】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図8】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図9】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図10】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図11】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図12】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図13】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図14】本発明の変形例に係る駆動パルスを示す図。

【図15】従来のAFLCのとりえるF状態及びAF状態の分子の方向と層構造を説明するための図。

【図16】従来のAFLCにおける光の透過率の電圧依存性を示す図。

【図17】従来の液晶と偏光子の配置を説明するための図。

【図18】従来の電圧変調におけるマトリックス駆動用波形を示す図。

【図19】従来のSmC'層又はSmCA'層の断面図。

【図20】従来のシェブロン構造における分子の位置を説明するための図。

【図21】従来のシェブロン構造と液晶分子の3個の誘電率との幾何学的関係を説明するための図。

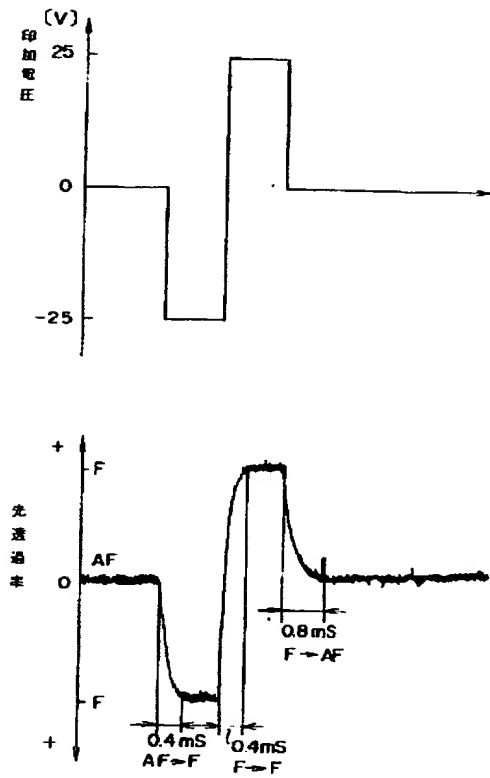
【符号の説明】

1…分子軸、2…自発分極の方向、3…F状態の書込信号、4…AF状態の書込信号、E…直流電場、F…強誘

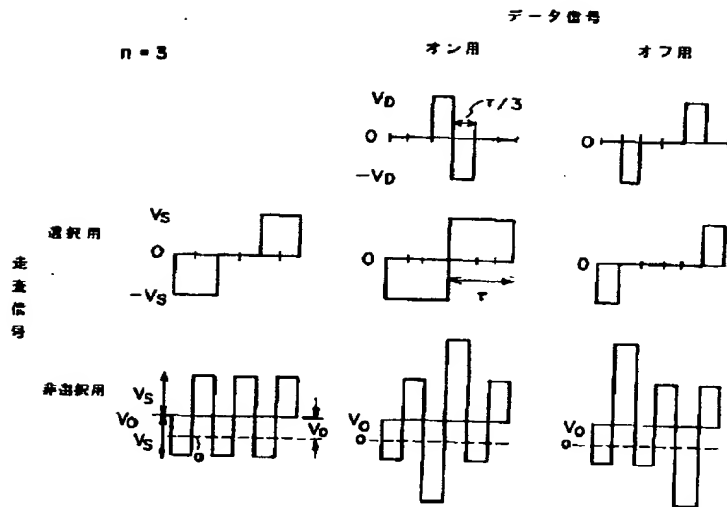
電性、AF…反強誘電性、 α …プレチルト角、 V_0 …直

流バイアス成分。

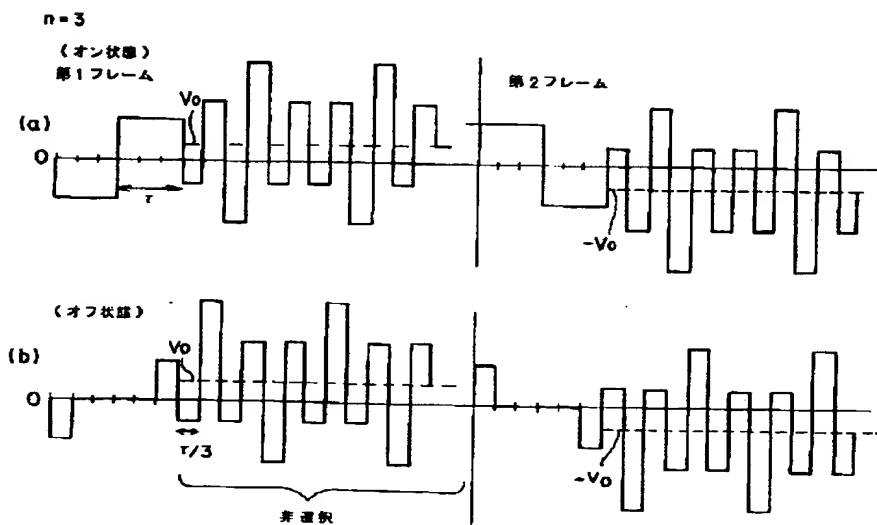
【図1】



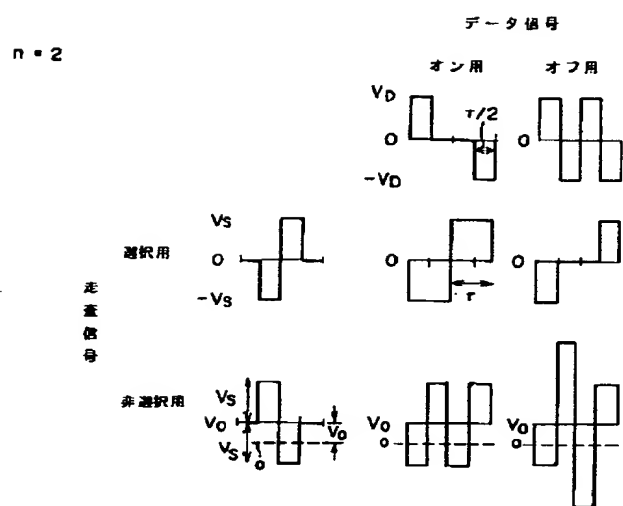
【図2】



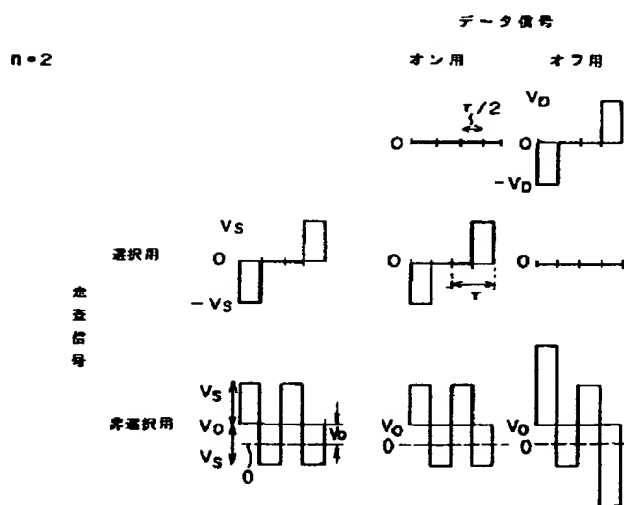
【図3】



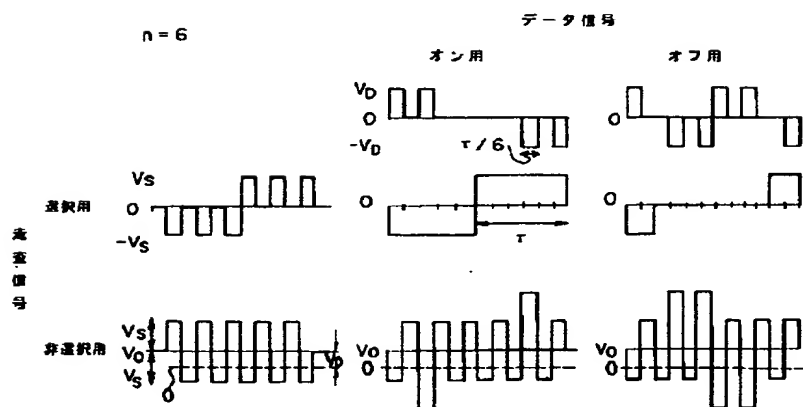
【図4】



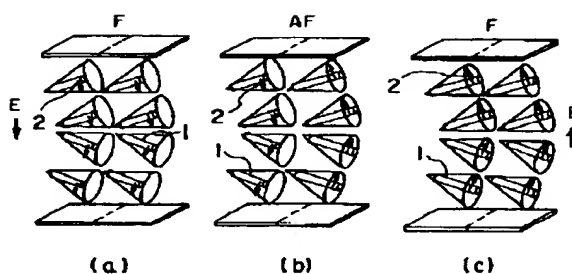
【図5】



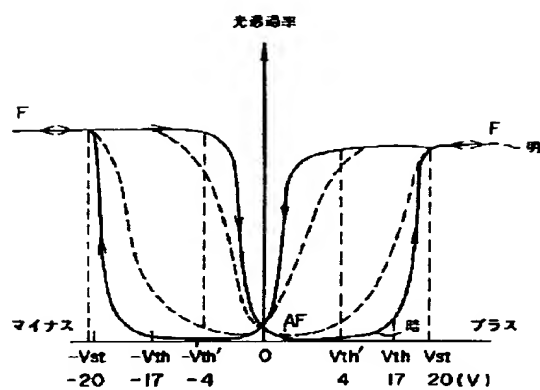
【図13】



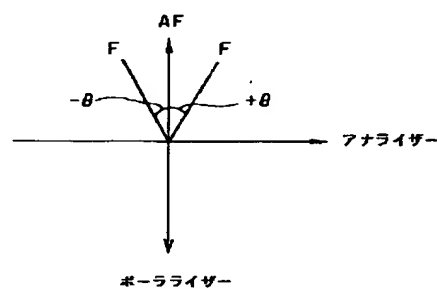
【図15】



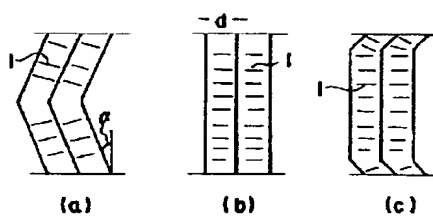
【図16】



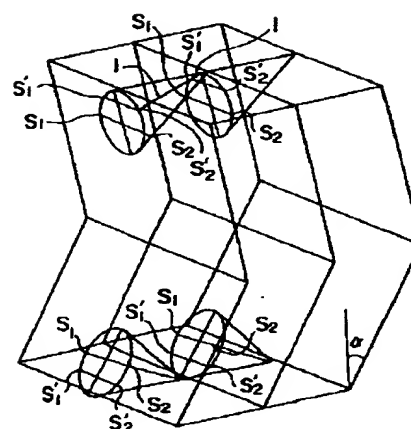
【図17】



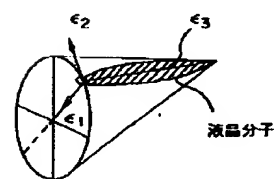
【图 19】



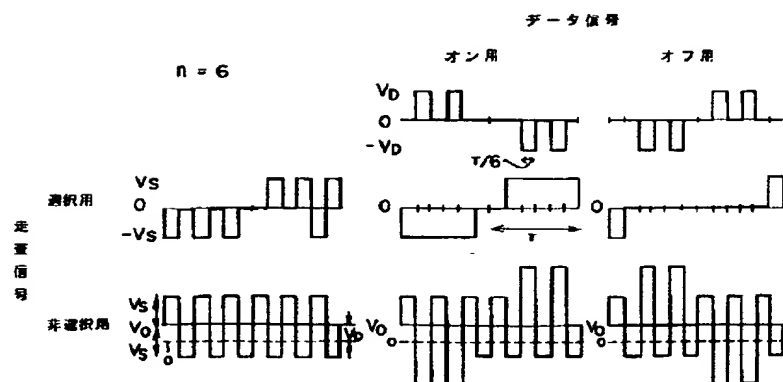
【図 20】



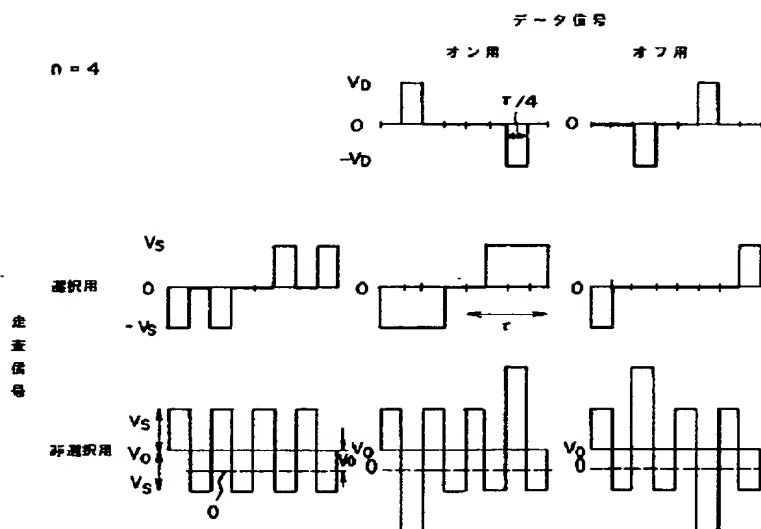
【図 2 1】



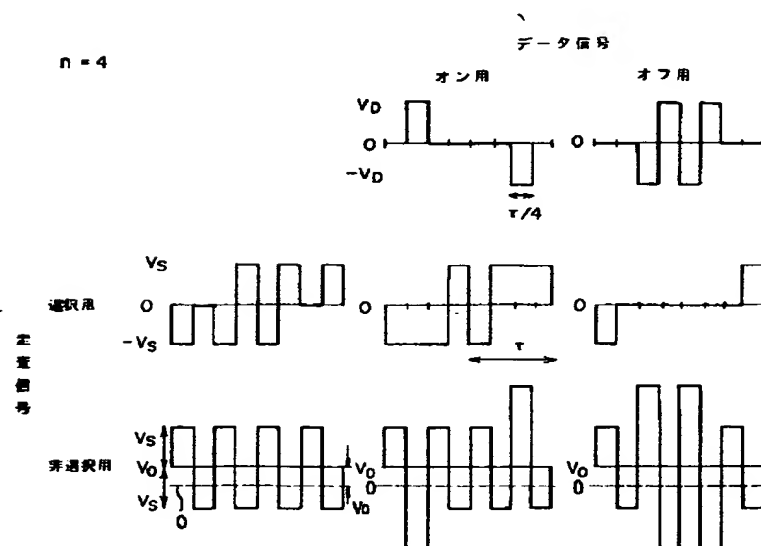
【図 1 4】



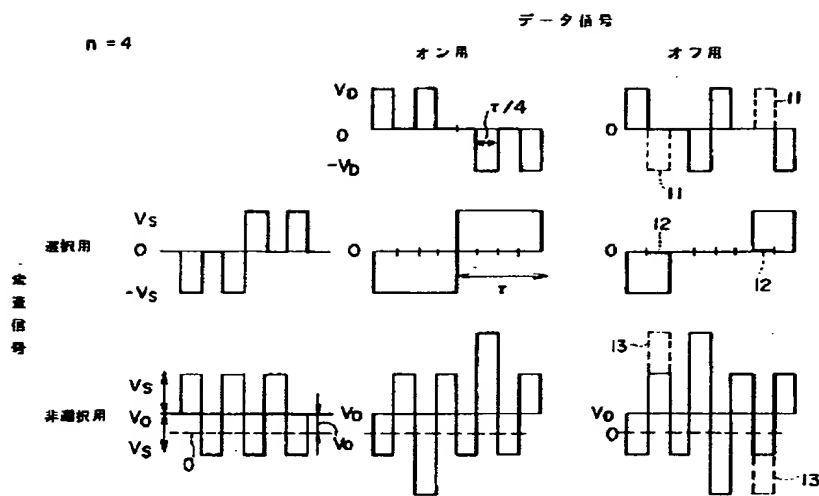
【図8】



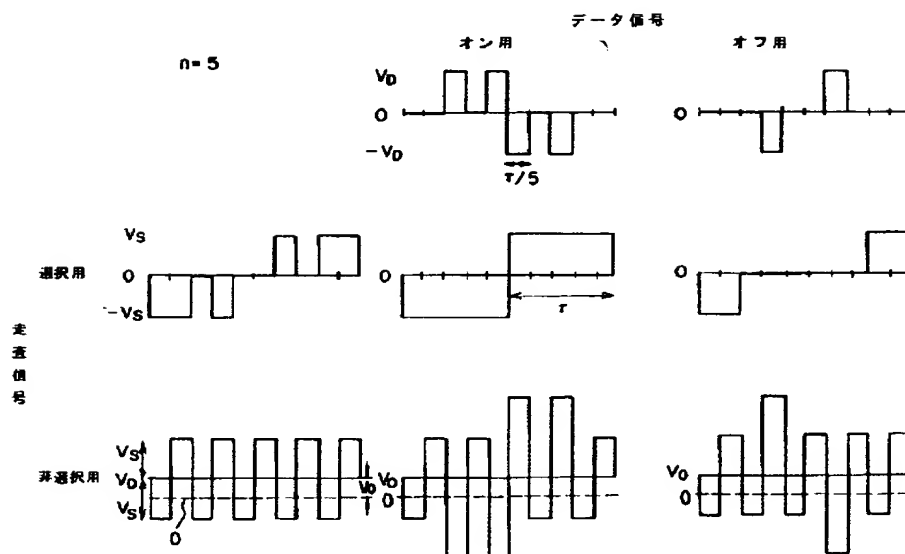
【図9】



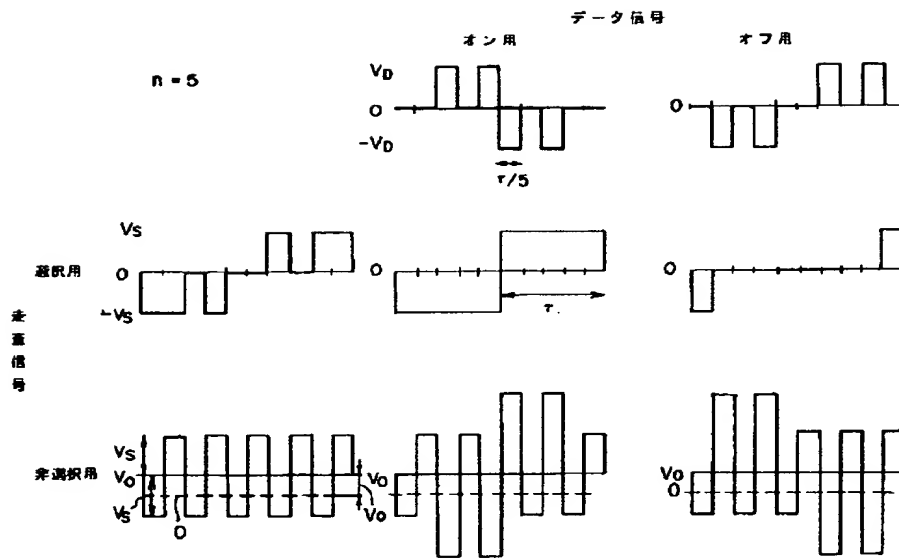
【図10】



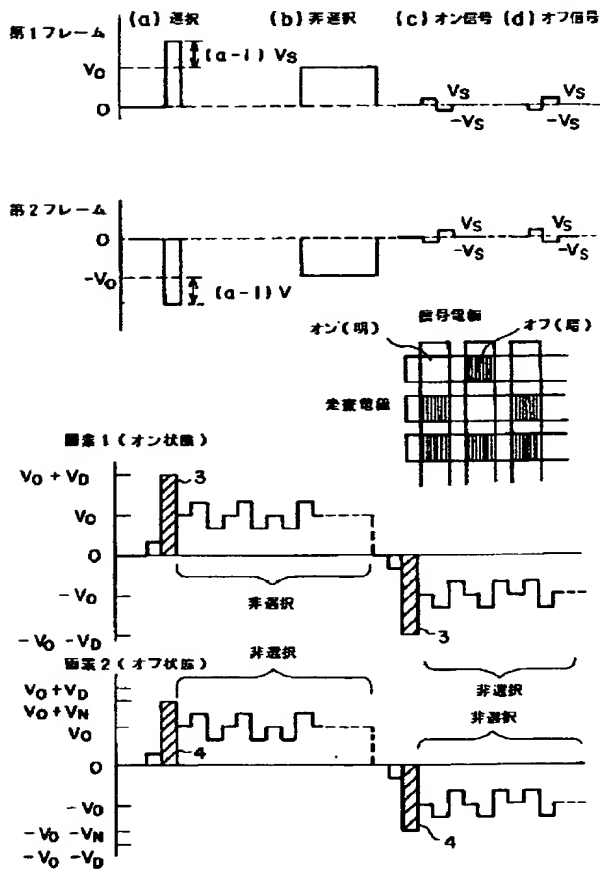
【図11】



【図12】



【図18】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.